

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07064637
PUBLICATION DATE : 10-03-95

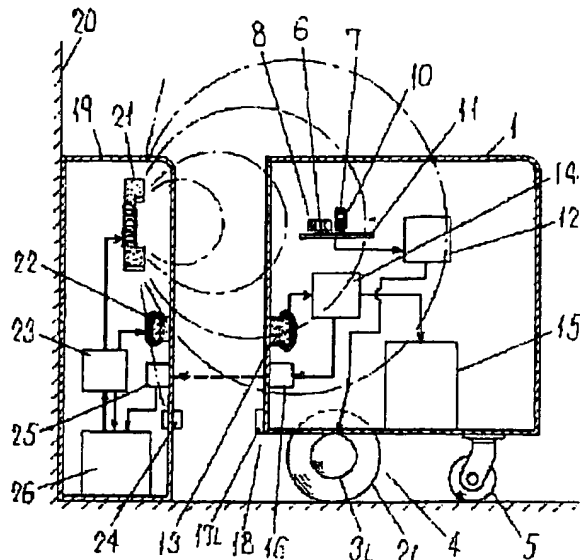
APPLICATION DATE : 24-08-93
APPLICATION NUMBER : 05209326

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : KUROKI YOSHITAKA;

INT.CL. : G05D 1/02 B60L 5/00 B60L 11/18
H02J 7/00

TITLE : MOBILE ROBOT



ABSTRACT : PURPOSE: To guide the main body of a mobile robot to a charger by means of a positive-negative symmetrical alternating magnetic field for automatic supply of electric power by securing the autonomous movement of the robot with use of a battery as a power supply for execution of jobs.

CONSTITUTION: The main body 1 of a mobile robot is provided with a magnetic field direction detecting means 8 consisting of a 1st horizontal magnetic field detecting coil 6 placed in the front-back moving direction of the robot and a vertical magnetic field detecting coil 7, and a magnetic field position detecting means 10 consisting of a 2nd horizontal magnetic field detecting coil 9 placed in the direction rectangle to the front-back moving direction of the robot and a coil 7. A charger 19 includes a 1st alternating magnetic field generating means 21 which guides the main body 1 and a feeding means 22 which supplies the electric power to the main body 1.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-64637

(43)公開日 平成7年(1995)3月10日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 D 1/02	Z	9323-3H		
	A	9323-3H		
B 6 0 L 5/00	B	7227-5H		
11/18	C	7227-5H		
H 0 2 J 7/00	3 0 1 D			

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-209326

(22)出願日 平成5年(1993)8月24日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 小林 保道

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 木村 昌弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 藪内 秀隆

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小銀治 明 (外2名)

最終頁に続く

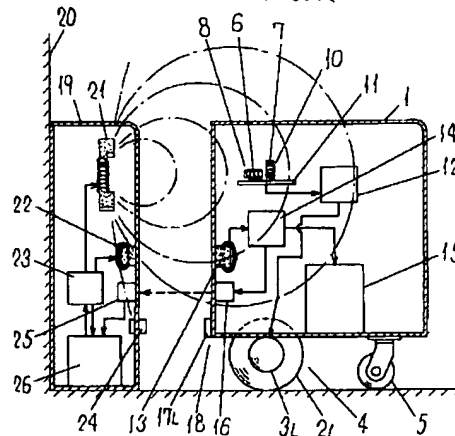
(54)【発明の名称】 移動ロボット

(57)【要約】

【目的】 バッテリーを電源として自立移動しながら作業を行ない、自動で電力を供給するために正負対称な交番磁界を用いて本体を充電器に誘導する。

【構成】 本体1の前後進方向に配置した第一の水平磁界検出コイル6と垂直磁界検出コイル7で構成される磁界方向検出手段8と、本体1の前後進方向と直角に配置した第二の水平磁界検出コイル9と垂直磁界検出コイル7とで構成される磁界位置検出手段10とを本体1に設け、充電器19には、本体1を誘導するための第一の交番磁界発生手段21と本体1に電力を供給する給電手段22を設ける。

1…本体
4…操舵兼駆動手段
8…磁界方向検出手段
10…磁界位置検出手段
13…充電手段
15…バッテリー
18…姿勢検出手段
19…充電器
21…第1の交番磁界発生手段
22…給電手段



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電源であるバッテリーと、外部から電力を受ける受電手段と、本体後部に設けた左右独立駆動輪構成の操舵兼駆動手段と、本体後部左右に設けた姿勢検出手段と、この操舵兼駆動手段の上部に設けた垂直磁界検出コイル並びに本体の前後進方向に配置した第一の水平磁界検出コイルとで構成される磁界方向検出手段と、前記垂直磁界検出コイル並びに本体の前後進方向と直角に配置した第二の水平磁界検出コイルとで構成される磁界位置検出手段とを備え、前記磁界方向検出手段の出力により操舵兼駆動手段を制御するロボット本体と、この本体の外部に設置され、本体を誘導する第一の交番磁界発生手段および電力を外部から本体へ供給する給電手段とを備える充電器とで構成した移動ロボット。

【請求項2】 給電手段を第二の交番磁界発生手段とし、第一の交番磁界発生手段と交互に切り換えて駆動する磁界切換手段と、この磁界切換手段の出力で第一の交番磁界発生手段駆動時に磁界強度を一定に制御する磁界強度制御手段とを充電器に設け、前記第二の交番磁界発生手段と水平に対向する位置に誘導電力を受給しバッテリーを充電する受電手段をロボット本体に設けた請求項1記載の移動ロボット。

【請求項3】 受電手段より充電電流と充電電圧を検出する充電状態検出手段と、充電器へフィードバックする充電状態伝達手段を前記ロボットの本体に、この充電状態伝達手段からの信号を受ける信号検出手段を前記充電器に設け、この信号検出手段により前記磁界強度制御手段で第二の交番磁界発生手段の磁界強度を制御する請求項2記載の移動ロボット。

【請求項4】 充電状態伝達手段に赤外発光素子を用い、充電電流を赤外光パルス駆動とし、充電電圧を赤外光直流駆動として、信号検出手段を赤外受光素子で構成し、充電電流信号伝達経路と充電電圧信号伝達経路を遮蔽手段で分離した請求項3記載の移動ロボット。

【請求項5】 磁界位置検出手段による磁界の存在位置検出後、充電器の第一の交番磁界発生手段から送出される磁力線の方法を基準とする本体の相対角度に応じて且つ左右独立駆動輪の最高速度を一定にして左右車輪を後進制御し、左右の姿勢検出手段の片方で前記充電器との接触を検出後、一定時間接触した側の車輪を前進させた後磁力線の方法を基準とする本体の相対角度に応じた後進動作を繰り返し、再度姿勢検出手段の片方で充電器との接触を検出後、この接触した側と反対側の車輪を一定速度で後進させ充電器に本体を誘導する誘導処理手段をロボット本体に設けた請求項1ないし4のいずれかに記載の移動ロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明はバッテリーを電源として自立移動しながら作業を行ない、自動で電力を供給す

るために自らを充電器へ誘導し、充電器から充電を行う移動ロボットに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、無経路で動く移動作業用ロボットのバッテリーに電力を供給するためには、作業終了後に充電器の位置まで本体を操作者が動かして充電コードを機械的に接続するものであった。そこで特開平4-54804号公報に開示するような非対称交番磁界を用いた移動ロボットの誘導装置と誘導充電装置を提案した。この方式で、原理的に自動充電が可能な移動ロボットが実現できる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら非対称交番磁界を用いた制御は、微弱電力で誘導磁界を発生させることが困難であり、このため移動ロボット本体の誘導用の磁界を強く送出することになり、安全性に欠けるものであった。移動作業用ロボットは、自動機器として使用するものであるにもかかわらず、充電作業だけが全自動化の妨げになっており、自動充電に対する確実で安全な方式が望まれている。

【0004】本発明は上記問題を解決するもので、正負対称な交番磁界を用いて本体を充電器に誘導させることを可能とする移動ロボットを提供することを第一の目的とする。

【0005】第二の目的は誘導磁界と充電磁界を切り換えて用い、誘導磁界を一定の強さに抑え、安全且つ確実に誘導可能とする移動ロボットを提供することである。

【0006】第三の目的は、充電状態を充電器側にフィードバックすることにより、電力制御を充電器側1カ所で行なう制御箇所のない簡易な構成の移動ロボットを提供するものである。

【0007】第四の目的は、フィードバックの手段に赤外光を用い、電流と電圧の信号を遮蔽手段を用いて分離し、且つ磁界の影響を受けずに確実に充電状態を伝達する移動ロボットを提供するものである。

【0008】第五の目的は、本体を充電器に誘導する際に移動の繰り返し動作を行なわせ確実に充電器への誘導を行なう移動ロボットを提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による第一の技術的手段は、移動ロボットを、電源であるバッテリーと、外部から電力を受ける受電手段と、本体後部に設けた左右独立駆動輪構成の操舵兼駆動手段と、本体後部左右に設けた姿勢検出手段と、この操舵兼駆動手段の上部に設けた垂直磁界検出コイル並びに本体の前後進方向に配置した第一の水平磁界検出コイルとで構成される磁界方向検出手段と、前記垂直磁界検出コイル並びに本体の前後進方向と直角に配置した第二の水平磁界検出コイルとで構成される磁界位置検出手段とを備えて、前記磁界方向検出手段の出力により操

舵兼駆動手段を制御するロボット本体と、この本体の外部に設置され、本体を誘導する第一の交番磁界発生手段および電力を外部から本体へ供給する給電手段とを備える充電器とで構成したものである。

【0010】また第二の技術的手段は、第一の技術的手段による移動ロボットにおいて、前記給電手段を第二の交番磁界発生手段とし、前記第一の交番磁界発生手段と交互に切り換えて駆動する磁界切換手段と、この磁界切換手段の出力で第一の交番磁界発生手段駆動時に磁界強度を一定に制御する磁界強度制御手段とを前記充電器に

10 設け、前記第二の交番磁界発生手段と水平に対向する位置に誘導電力を受給しバッテリーを充電する受電手段を前記ロボット本体に設けたものである。

【0011】また第三の技術的手段は、第二の技術的手段による移動ロボットにおいて、前記受電手段より充電電流と充電電圧を検出する充電状態検出手段と、充電器へフィードバックする充電状態伝達手段を前記ロボット本体に、この充電状態伝達手段からの信号を受ける信号検出手段を前記充電器に設け、この信号検出手段により前記磁界強度制御手段で第二の交番磁界発生手段の磁界

20 強度を制御するものである。

【0012】また第四の技術的手段は、第三の技術的手段による移動ロボットにおいて、前記充電状態伝達手段に赤外発光素子を用い、充電電流を赤外光パルス駆動とし、充電電圧を赤外光直流駆動として、前記信号検出手段を赤外受光素子で構成し、充電電流信号伝達経路と充電電圧信号伝達経路を遮蔽手段で分離したものである。

【0013】さらに第五の技術的手段は、第一から第四の技術的手段による移動ロボットにおいて、前記磁界位置検出手段による磁界の存在位置検出後、前記充電器の第一の交番磁界発生手段から送出される磁力線

30 の方向を基準とする本体の相対角度に応じて且つ左右独立駆動輪の最高速度を一定にして左右車輪を後進制御し、左右の姿勢検出手段の片方で前記充電器との接触を検出後、一定時間接触した側の車輪を前進させた後磁力線

40 の方向を基準とする本体の相対角度に応じた後進動作を繰り返す、再度姿勢検出手段の片方で充電器との接触を検出後、この接触した側と反対側の車輪を一定速度で後進させ充電器に本体を誘導する誘導処理手段を前記ロボット本体に設けたものである。

【0014】

【作用】以上のように構成された本発明による第一の技術的手段によれば、移動ロボットの本体に設けた2つのコイルの組み合わせによる磁界位置検出手段で、充電器の位置すなわち充電器内に設けた第一の交番磁界発生手段から発生される磁界の存在位置を検出し、同様に2つのコイルの組み合わせによる磁界方向検出手段で、正負対称な磁界の発生方向を検出して磁界の方向すなわち外部にある充電器の方向へ操舵兼駆動手段で移動ロボットの本体を誘導し、充電器と対向する位置に本体が到達し

たことを姿勢検出手段で確認して、充電器の給電手段から本体の受電手段に電力を送って本体のバッテリーに確実に充電するものである。

【0015】また第二の技術的手段によれば、充電器の給電手段を第二の交番磁界発生手段とし、本体には受電手段を設け、充電器側でこの充電磁界と誘導の為の第一の交番磁界発生手段による誘導磁界を切り換えて用い、誘導磁界を磁界強度制御手段で一定の強さに抑え、安全且つ確実に誘導可能とするものである。

10 【0016】また第三の技術的手段によれば、本体の受電手段からバッテリーに供給される電圧と電流の充電状態を検出する充電状態検出手段と充電器側にフィードバックする充電状態伝達手段と、充電器側の磁界強度制御手段とにより、電力制御を充電器側1カ所で行ない、制御箇所の少ない構成としたものである。

【0017】また第四の技術的手段によれば、充電電流を赤外光パルス駆動手段で、充電電圧を赤外光直流駆動手段で本体から充電器にフィードバックし、電圧電流それぞれを遮蔽手段を用いて分離し、且つ赤外光を用いたことで磁界の影響を受けずに確実に充電状態を伝達する構成としたものである。

【0018】さらに第五の技術的手段によれば、誘導処理手段を設け本体を充電器に誘導する際に移動の繰り返し動作を行なわせ確実に充電器への誘導を行なわせるようにしたものである。

【0019】

【実施例】以下、本発明による移動ロボットの一実施例を図面を参照しながら説明する。図1、図2並びに図3において、移動ロボットの本体1の下部には操舵兼駆動輪2R、2Lとモータ3R、3Lとで構成される操舵兼

40 駆動手段4と、回転自在なキャスタ5が設けられている。また操舵兼駆動手段4の上部には本体1の前後進方向に配置した第一の水平磁界検出コイル6と垂直磁界検出コイル7で構成される磁界方向検出手段8と、本体1の前後進方向と直角に配置した第二の水平磁界検出コイル9と垂直磁界検出コイル7とで構成される磁界位置検出手段10がプリント基板11上に設けられており、誘導処理手段12に接続されている。13は外部からの電力を受ける受電手段であり、ここでは電力電送される磁界を受けるコイル構成としている。14は充電状態検出手段であり、バッテリー15に供給される充電電圧と充電電流を検出しており、充電状態伝達手段16と接続されている。本体1後部に設けた17R、17Lは左右一対の接触スイッチであり、姿勢検出手段18を構成しており、次に述べる充電器19に対する本体1の姿勢を検出するものである。次に、壁20の際に設置された充電器19には、本体1を誘導するための第一の交番磁界発生手段21と本体1に電力を供給する給電手段22を設けている。第一の交番磁界発生手段21は垂直方向と45°傾けており垂直水平両方向に磁界を送出する構成と

5

している。またここでは、給電手段22をコイルとし、第二の磁界発生手段として構成している。また充電器19は磁界切換手段23を備え、第一の交番磁界発生手段21と給電手段22を交互に切り換える構成としており、充電器19下部の本体1の検出スイッチ24により切り換えるものである。25は信号検出手段であり、26は磁界強度制御手段である。

【0020】次に、図4で充電器19の回路構成を説明する。電源30に直列接続されたトランジスタ31、32で、コンデンサ33とリレー接点34を介して直列に接続される第一の磁界発生手段21であるコイル並びに給電手段22であるコイルとで構成されるLC直列共振回路に電力を供給する構成としている。尚ダイオード35、36はフライホイールダイオードである。充電器19に設けられた検出スイッチ24でリレーコイル37を駆動しリレー接点34を切り換える構成としている。本実施例では、このリレーにより磁界切換手段23を構成しており、充電器19と本体1が接すると検出スイッチ24がONとなり、磁界切換手段23が駆動されて第一の磁界発生手段21から給電手段22にLC共振回路の

コイルが切り換えられる。トランジスタ31、32のベースには磁界強度制御手段26が接続され、また充電電圧を検出する赤外受光素子38と充電電流を検出する赤外受光素子39とで構成される信号検出手段25と磁界切換手段23とが接続されている。

【0021】次に図5を併用してこの回路の出力波形並びに動作を説明する。トランジスタ31、32のベース電圧をSW1、SW2波形に示すように磁界強度制御手段26で交互にONすると、第一の磁界発生手段21の電圧はVLとなり、電流はILの如く正弦波となり正負

対称な誘導磁界が発生される。この時には、磁界強度制御手段26は弱い一定出力の誘導磁界を出すよう制御する。検出スイッチ24がONとなると給電手段22に回路が切り替わると同時に、上記のように磁界強度制御手段26で磁界切り換え手段23と信号検出手段25からの出力に従って給電手段22への電力が制御される。

【0022】次に、図6を用いて本体1の磁界方向検出手段8と磁界位置検出手段10の回路構成を説明する。第一の水平磁界検出コイル6の出力をx、垂直磁界検出コイル7の出力をz、第二の水平磁界検出コイル9の出力をyで示した。xとzの出力から $|z-x|$ と $|z+x|$ を作り、 $|z-x|+|z+x|$ の出力を取りだしたものが磁界方向検出手段8である。同様に、yとzの出力から $|z-y|$ と $|z+y|$ を作り、 $|z-y|+|z+y|$ の出力を取りだしたものが磁界位置検出手段10である。x、y、zとも交番磁界の周期で振幅が時間変化しており、zは本体1と充電器19の距離が一定であれば本体1の方向に左右されず振幅 $|z|$ が一定となる。これに対して、x、yは本体1の方向により振幅 $|x|$ 、 $|y|$ が変化する。

6

【0023】図7に磁界方向検出手段8の出力を示した。これは、本体1と充電器19の距離を一定とし本体1と充電器19との相対角度 θ を横軸に電圧出力Vを縦軸に取った各出力である。 $|x|$ では左右対称に出力が取れているため方向検出ができないが、 $|z-x|+|z+x|$ では -180° から $+180^\circ$ まで異なる出力となっており本体1の存在するすべての範囲で方向検出が可能である。磁界位置検出手段10の出力 $|z-y|+|z+y|$ についても同様であり、このため本体1の磁界位置検出手段10が充電器19の第一の磁界発生手段21を通過した瞬間に出力の正負が逆転するため逆転した地点で充電器19の位置を判別できることになる。

【0024】次に、図8を用いて本体1の充電回路について説明する。受電手段13に接続されたダイオード40とコンデンサ41で整流平滑を構成している。整流平滑された充電電圧42と基準電圧43とをアンプ44で比較増幅し充電電圧42を検出する構成としている。また、充電電流をモニター抵抗45で電圧に変換して検出し、アンプ46で比較増幅し充電電流として検出する構成としている。このふたつのアンプ44、46と基準電圧43並びにモニター抵抗45で充電状態検出手段14を構成している。また充電電流は、逆流防止ダイオード47を介してバッテリー15に供給される構成である。アンプ44の出力は抵抗48を介して充電状態伝達手段16である赤外発光素子49に接続されており、充電電流は常時一定に制御すべきであるため、アンプ46の出力はV/F変換器50と抵抗51を介して充電状態伝達手段16である赤外発光素子52に接続されている。この赤外発光素子49は直流駆動であり、赤外発光素子50はパルス駆動されパルス周波数が電流値を伝達している。52は充電電流信号伝達経路と充電電圧信号伝達経路を分離する遮蔽手段である。

【0025】次に、図9と図10を用いて充電器19への本体1の誘導動作を説明する。これは本体1内の誘導処理手段12で行っている誘導処理動作である。充電器19への誘導処理動作がSTARTで始めると、壁60に沿って移動する壁沿い移動を開始する(図10のA)。充電器19からの磁界位置を検出すると前記本体1と充電器19との相対角度 θ に従って左右車輪速度を設定しながら後進動作にはいる(図10のB)。姿勢検出手段18の接触スイッチ17Lが作動すると(図10のC)、姿勢検出手段18の作動が一回目であれば作動した側の車輪ここでは左車輪2Lを一定時間一定速度で前進させる。再度、本体1と充電器19との相対角度 θ に従って左右車輪速度を設定しながら後進動作にはいる(図10のD)。姿勢検出手段18の接触スイッチ17Lが作動すると、姿勢検出手段18の作動が二回目であるので、今度は姿勢検出手段18の作動側と反対側の車輪を一定速度で後退させ、先に作動した姿勢検出手段18と反対側の姿勢検出手段が作動するとENDとなり、

誘導動作が終了する(図10のE)。

【0026】図10中矢線で本体1にある磁界方向検出手段8の軌跡を示した。

【0027】

【発明の効果】本発明における第一の技術的手段によれば、移動ロボットの本体に設けた2つのコイルの組み合わせによる磁界位置検出手段で、充電器の位置すなわち充電器内に設けた第一の交番磁界発生手段から発生される磁界の存在位置を検出し、同様に2つのコイルの組み合わせによる磁界方向検出手段で、正負対称な磁界の発生方向を検出して磁界の方向すなわち外部にある充電器の方向へ操舵兼駆動手段で移動ロボットの本体を誘導し、充電器と対向する位置に本体が到達したことを姿勢検出手段で確認して、充電器の給電手段から本体の受電手段に電力を電送して本体のバッテリーに確実に充電する移動ロボットを提供できるものである。

【0028】また第二の技術的手段によれば、充電器の給電手段を第二の交番磁界発生手段とし、本体には受電手段を設け、充電器側でこの充電磁界と誘導の為の第一の交番磁界発生手段による誘導磁界を切り換えて用い、誘導磁界を磁界強度制御手段で一定の強さに抑え、安全且つ確実に誘導可能とする移動ロボットを提供できるものである。

【0029】また第三の技術的手段によれば、本体の受電手段からバッテリーに供給される電圧と電流を充電状態を検出する充電状態検出手段と充電器側にフィードバックする充電状態伝達手段と、充電器側の磁界強度制御手段とにより、電力制御を充電器側1カ所で行ない、制御箇所の少ない移動ロボットを提供できるものである。

【0030】また第四の技術的手段によれば、充電電流を赤外光パルス駆動手段で、充電電圧を赤外光直流駆動手段で本体から充電器にフィードバックし、電圧、電流それぞれを遮蔽手段を用いて分離し、且つ赤外光を用い*

*たことで磁界の影響を受けずに確実に充電状態を伝達する移動ロボットを提供できるものである。

【0031】さらに第五の技術的手段によれば、誘導処理手段により本体を充電器に誘導する際に移動の切り返し動作を行なわせ確実に充電器への誘導を行なわせる移動ロボットを提供できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による移動ロボットの側断面図

【図2】同移動ロボットの平衡面図

【図3】同移動ロボットのブロック図

【図4】同移動ロボットにおける充電器の回路構成図

【図5】同充電器の出力波形図

【図6】同移動ロボットにおける磁界検出手の回路構成図

【図7】(a)同磁界検出手の出力波形図

(b)同磁界検出手の出力波形図

(c)同磁界検出手の出力波形図

【図8】同移動ロボットの充電回路構成図

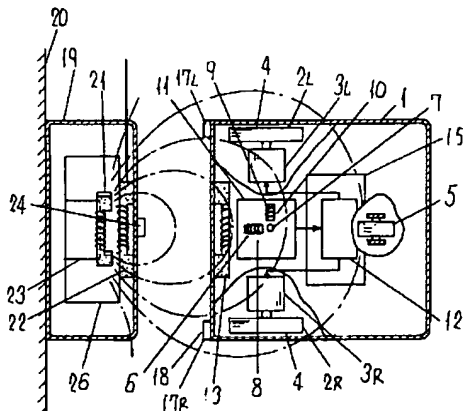
【図9】同移動ロボットにおける誘導処理動作のフローチャート

【図10】同移動ロボットの誘導動作説明図

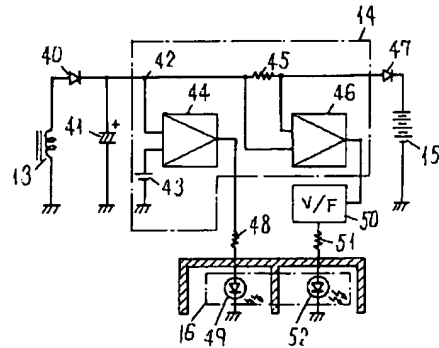
【符号の説明】

- 1 本体
- 4 操舵兼駆動手段
- 8 磁界方向検出手段
- 10 磁界位置検出手段
- 13 受電手段
- 15 バッテリー
- 18 姿勢検出手段
- 19 充電器
- 21 第一の交番磁界発生手段
- 22 給電手段

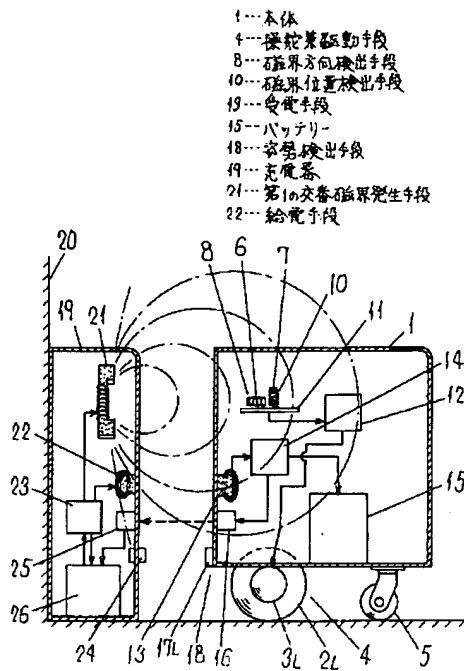
【図2】



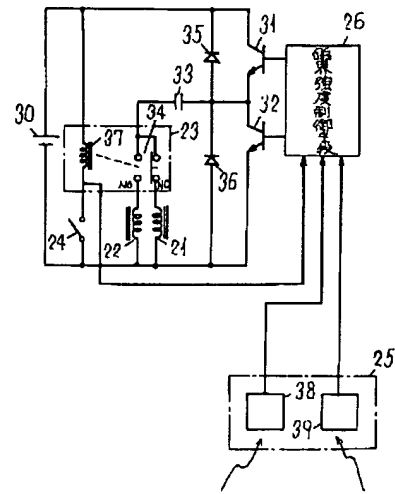
【図8】



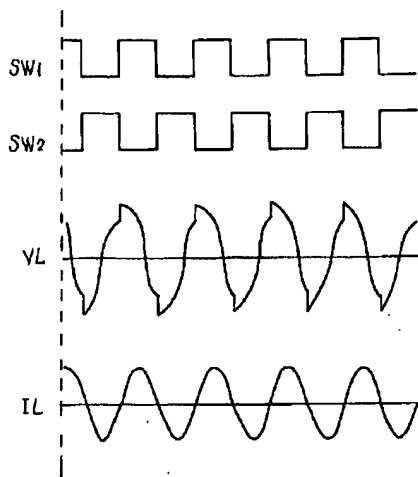
【図1】



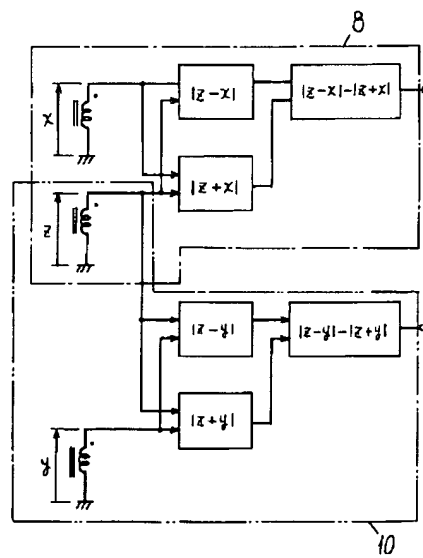
【図4】



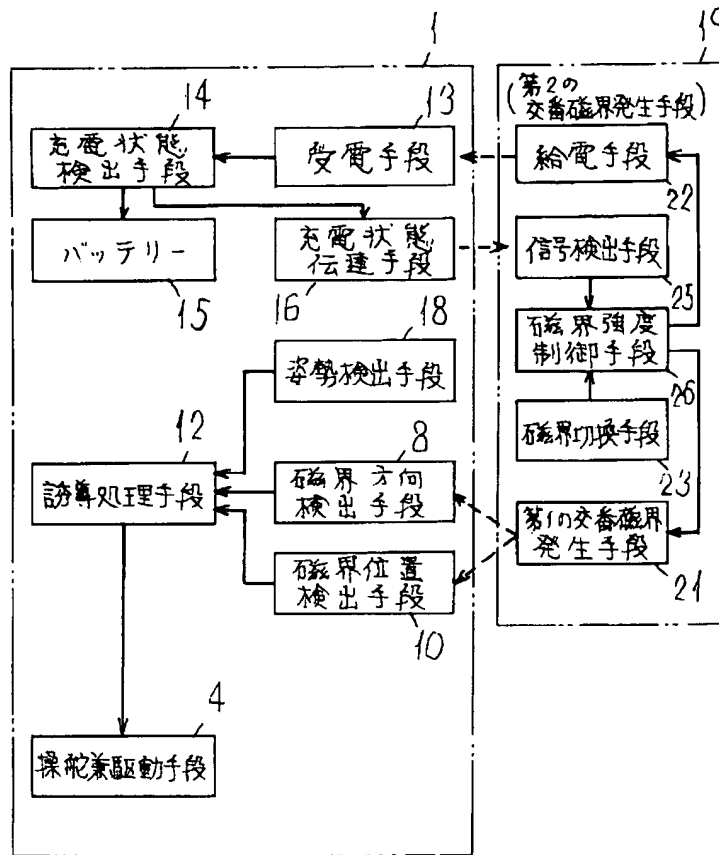
【図5】



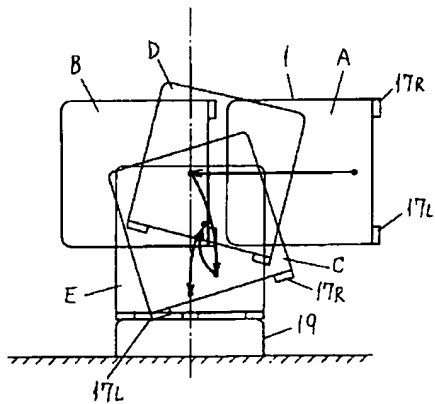
【図6】



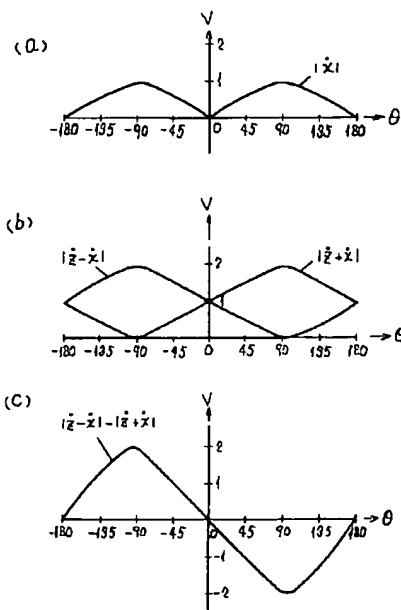
【図3】



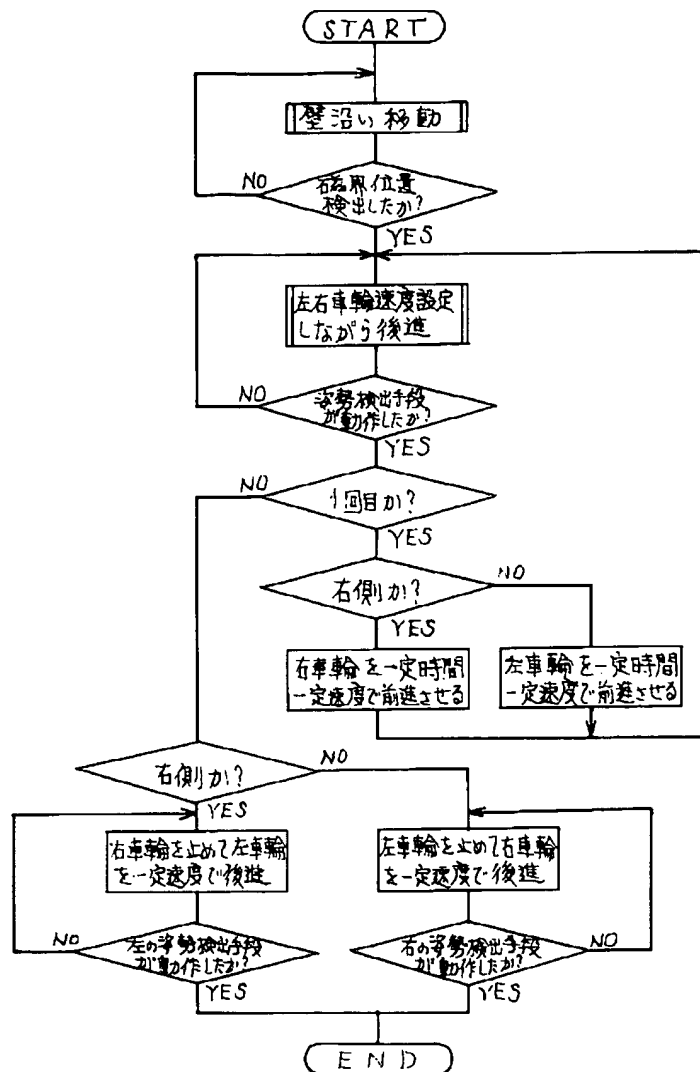
【図10】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 光康
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 藤原 俊明
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 江口 修
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 乾 弘文
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 高木 祥史
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 石橋 崇文
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 黒木 義貴
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.